

51

Int. Cl.:

B 29 f, 3/01

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.:

39 a4, 3/01

10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 2 406 569

Aktenzeichen: P 24 06 569.8-16

Anmeldetag: 12. Februar 1974

Offenlegungstag: 5. September 1974

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 13. Februar 1973

33

Land: Italien

31

Aktenzeichen: 20296A-73

54

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Strangpressen von thermoplastischen Werkstoffen

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Corima, S. p. A., Cedrate di Gallarate, Varese (Italien)

Vertreter gem. § 16 PatG: Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.; Kinne, R., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München

72

Als Erfinder benannt: Maria, Giuseppe de, Varese ^{Sumirago} Miani, Mario, Mailand (Italien) RHO.

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

94.3.01 - 1.50.74

BEST AVAILABLE COPY

DT 2 406 569

8 0 0 0 M ü n c h e n 2

Bavariaring 4

Postfach 202403 12. Februar 1974

B 5855

C O R I M A S.p.A. in Cedrate (Gallarate) VA, Italien

Verfahren und Vorrichtung zum Strangpressen von thermoplastischen Werkstoffen.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein sehr anpassungsfähiges Verfahren zum Strangpressen von thermoplastischen Werkstoffen, bei welchem die Arbeitsgänge der Förderung und des Aufschmelzens der Harze in einem ersten Raum vorgenommen werden, während der Arbeitsgang des Strangpressens in einem gegenüber dem ersten Raum axial versetzten zweiten Raum durchgeführt wird. Die aufgeschmolzene Masse wird vom ersten Raum in den zweiten Raum allmählich bei ihrer Bildung über Kanäle oder Öffnungen übergeführt, die eine große Scherspannung auf die

.2.

aufgeschmolzene Masse ausüben.

Die Erfindung betrifft überdies die Vorrichtungen zur Ausführung des infrage stehenden Verfahrens, die durch Maschinen dargestellt werden, die im wesentlichen eine Reihe von im ersten im wesentlichen ringförmigen Raum angeordneten Schnecken, mindestens eine andere, im zweiten, gegenüber dem ersten Raum axial versetzten Raum angeordnete Schnecke und im wesentlichen längs der Erzeugenden des ersten Raumes und gegen das Ende desselben herausgearbeitete Kanäle oder Durchgänge umfassen, um so die thermoplastische Masse, sobald diese im ersten Raum den besten Zustand der vollständigen Aufschmelzung erreicht hat, der oder den Schnecken des zweiten Raumes zuzuführen.

Die heute meistverbreitesten Strangpressmaschinen bestehen aus Schneckenextrudern, die aus einem meist zylinderförmigen Gehäuse bestehen, in dem eine einzige Schnecke angeordnet ist. Der von einem Trichter zugeführte thermoplastische Kunststoff tritt im festen Zustand am Eintrittsende der Schnecke ein, wird durch Hitzeeinwirkung (über die zylinderförmige Mantelhülle) und durch mechanische Einwirkung (Reibung) erweicht und aufgeschmolzen und wird schließlich am anderen Schneckenende aus dem Extruder ausgetragen. Das übliche Strangpressverfahren für Kunststoffe unterteilt sich somit allgemein betrachtet, in drei verschiedene Arbeitsgänge, die in ebenso vielen Bereichen ausgeführt werden:

1) Arbeitsgang bzw. Bereich der Förderung des festen Stoffes oder der Eintragung;

.3.

2) Arbeitsgang bzw. Bereich der Pressung oder Erweichung, und

3) Arbeitsgang bzw. Bereich der Förderung und des Austragens der erweichten Masse, d.h. des eigentlichen Strangpressens.

Im dritten Bereich ist der Anteil an unerwünschtem, nicht aufgeschmolzenen Werkstoff nur schwierig überprüfbar, weshalb dieser Anteil oft über der gewünschten Grenze liegt und somit die Bearbeitung erschwert und die Herstellungsleistung vermindert wird.

Bei der großen Anzahl von verschiedenen Arten der heutzutage hergestellten Kunststoffe sowie den verschiedenen Abarten jeder Kunststoffart, sind bis jetzt die Theorien, was das Fließpressen betrifft, und die entsprechende Rheologie noch weit davon entfernt, die damit auftretenden Probleme erschöpfend zu erfassen. Aus diesem Grund ist die Konstruktion der Schnecken sehr schwierig und der Anteil an nicht aufgeschmolzener, aus dem Extruder austretender Masse wird fast immer falsch eingeschätzt.

Um die Aufschmelzung zu verbessern, wurden verschiedene Lösungen vorgenommen, wie zum Beispiel die Anbringung besonderer "Torpedos" am Schneckenende (siehe Bruce H. Maddock "An Improved Mixing Screw Design" - S.P.E. Journal Juli 1967 Seite 23).

Auch wenn diese Lösungen ohne Zweifel gewisse Vorteile aufweisen, so haben sie dennoch nicht von Grund auf das Problem beseitigt, so daß sogar das bis jetzt beste System oder auch die bis jetzt beste Vorrichtung Mängel in Hinsicht auf den Anteil an aufgeschmolzener

-4-

Masse aufweist, und zwar hauptsächlich, was die zeitliche Beständigkeit dieses Anteils betrifft.

Diese Beständigkeit ist besonders Änderungen unterworfen, wenn der Kunststoff gewechselt wird oder wenn, bei Gleichheit der Kunststoffart der "Compound" geändert wird. Deshalb fehlt den üblichen Maschinen (mit einer einzigen Schnecke) der gewünschte Grad an Allgemeinverwendung und an Anpassungsfähigkeit (in Hinsicht auf den verschiedenen, handelsüblichen Kunststoffen) und sind eher engbegrenzt, was ihre Kapazität, ihre Betriebsweise und ihren Platzbedarf betrifft.

Zwar sind besondere Schnecken (deren Ausführung nachstehend erläutert wird) bekannt, die jedoch nicht das Problem der Anpassungsfähigkeit lösen.

Eine erste erfindungsgemäße Aufgabe liegt darin, ein Verfahren vorzuschlagen, mit welchem die oben angeführten Mängel behoben und stranggepresste Massen erreicht werden, die außergewöhnlich hohe Anteile an erweichter Masse enthalten.

Eine weitere erfindungsgemäße Aufgabe liegt darin, ein Verfahren vorzusehen, das tatsächlich leistungsfähig ist, d.h. mit welchem entschieden größere Kunststoffmengen ausgetragen werden können, als dies mit den üblichen Verfahren möglich ist, wobei die Betriebskosten entsprechenderweise mit Beibehaltung anderer Bedingungen niedriger sind und wobei die Eigenschaften der stranggepressten Masse nicht nur besser, sondern auch konstanter und überprüft sind.

-4-

409836/0768

-5-

Eine weitere erfindungsgemäße Aufgabe besteht darin Vorrichtungen zu schaffen, die dank ihrer neuen Konstruktion das infrage stehende Verfahren verwirklichen und einen hohen Grad an Allgemeinverwendung und an Anpassungsfähigkeit sowie überdies hohe Leistungsfähigkeiten, niedrigere Betriebskosten und wenig Platzbedarf aufweisen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsgänge für die Förderung und für die Aufschmelzung in einem ersten Raum vorgenommen werden, daß der Kunststoff und die Mischung nach deren Erweichung allmählich einem zweiten Raum zugeführt werden und der Arbeitsgang für das Strangpressen des insgesamt aufgeschmolzenen Kunststoffes im zweiten Raum ausgeführt wird, der gegenüber dem ersten Raum axial versetzt ist, wobei der Uebergang vom ersten in den zweiten Raum über Durchgänge erfolgt, in welchen die aufgeschmolzene Masse erheblichen Scherbeanspruchungen ausgesetzt ist.

Gemäß einem vorteilhaften Merkmal der Erfindung wird der aufgeschmolzene Kunststoff in gänzlich aufgeschmolzenem Zustand gerade im Uebergang vom ersten in den zweiten Raum einer Entgasung unterworfen.

Gemäß der Erfindung umfaßt eine Maschine zur Verwirklichung des infrage stehenden Verfahrens, die Zufuhrmittel für das thermoplastische Harz (oder dessen Mischungen) zu einem ersten Raum, Förder- und Aufschmelzungsorgane für das Harz, welche im ersten von außen erhitzten Raum verteilt sind, Mittel, um den Uebergang des Harzes (bei dessen allmählicher Aufschmelzung vom ersten Raum in einen zweiten Raum zu ermöglichen, Mittel, um das aufgeschmol-

.6.

zene. Harz während des Ueberganges der Entgasung zu unterziehen und Auspressorgane, die sich im zweiten Raum befinden, um nur das Strangpressen des aufgeschmolzenen, vom ersten Raum zugeführten Harzes auszuführen. Die erfindungsgemäße Maschine umfaßt überdies einen erhitzten Außenzylinder und innerhalb desselben mindestens einen weiteren Zylinder, der sich jedoch nur einem Längsabschnitt entlang des ersten Zylinders erstreckt, wobei der ringförmige, zwischen dem Außenzylinder und dem Innenzylinder bestehende Teil den ersten Raum bildet, auf dessen Umfang eine Reihe an Förder- und Aufschmelzungsorganen für den Harz gleichförmig verteilt sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind sowohl die Förder- und Aufschmelzungsorgane, als auch die Aufschmelzungsorgane Schnecken, wobei die Aufschmelzungsorgane mindestens um eine mittige Schnecke herum kreisförmig angeordnet sind. Sämtliche Aufschmelzungsschnecken sind mit einer Umlaufgeschwindigkeit angetrieben, die von jenen der Strangpressschnecke erteilten Geschwindigkeiten unabhängig sein können. Die Strangpreßschnecke kann auch eine Verschiebung erfahren und ein Spritzgiessen ausführen.

Die Erfindung wird nachstehend mit Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben, die in schematischer Form und beispielsweise (und nicht beschränkend) einige bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung darstellen. In den Zeichnungen zeigen :

.7.

die Fig.1 und 2 zwei schematische Längsteilschnitte, d.h. die Vertikalebene enthalten die Längsachse der erfindungsgemäßen Maschine;

die Fig.2A und 2B zwei schematische Teilquerschnitte gemäß Fig.2, wobei die zur Maschinennachse senkrechten Ebenen die Schnittlinien A-A und B-B gemäß Fig.2 besitzen;

die Fig.3 einen der Fig.1 entsprechenden, vergrößerten Schnitt, um dadurch die Uebergangsbereiche der aufgeschmolzenen Masse von einem Raum zum anderen besser darzustellen;

die Fig.4 einen der Fig. 1 entsprechenden Schnitt, jedoch in einer mehr schematischen Form, um dadurch besser den Weg der Masse darzustellen.

In Fig.1 stellt der rechts außen liegende strichlierte und mit MA bezeichnete Teil einen Antrieb eines erfindungsgemäßen Extruders E dar. Mit C ist der Zylinder des Extruders E angegeben. Der Zylinder C ist innen in mehrere ringförmige, konzentrische Bereiche unterteilt. Einfachheitshalber ist in Fig.1 der Innenraum des Zylinders C von einer zylinderförmigen Innenwand Ci nur in zwei Räume unterteilt. Somit ist der Innenraum des Zylinders C in einen ersten ringförmigen, peripherischen oder äußeren Raum SAe, der zwischen der Außenwand Ce und der Innenwand Ci des Zylinders C gebildet wird, und in einen zweiten ringförmigen inneren Raum SAi, der zwischen den von der Wand Ci innen begrenzten Bereichen gebildet wird.

Bei der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsform erstreckt sich der peripherische oder äußere ringförmige Raum SAe in Längsrichtung einem größeren Abschnitt

.8.

entlang des Extruders E, jedoch nicht längs der gesamten Längsausdehnung.

Abgesehen von der Längserstreckung des Antriebs MA (der gewissermaßen an und für sich nicht zum Strangpressen gehört), erstreckt sich der Zylinder C des Extruders E vom Eintrittsende 11 für die vom Trichter T zugeführte Masse bis zum Austrittsende 12 für die stranggepresste Masse. Der erste ringförmige peripherische Raum SAe erstreckt sich hingegen in Längsrichtung einem größeren Abschnitt entlang zwischen 11 und 12, jedoch nicht längs des gesamten Abstandes zwischen 11 und 12.

Beispielsweise ist der erste Raum SAe zwischen dem Eintrittsende 11 für das Harz und dem Ende 14 gebildet, das mit dem Ende des Aufschmelzungsbereiches zusammenfällt.

Innerhalb des ringförmigen Raumes SAe sind n Förder- und Aufschmelzungsorgane OCF n für das Harz angeordnet. Diese n Organe OCF n sind vorzugsweise längs des mittigen Umfanges 15 (Fig. 2A und 2B) des ringförmigen Raumes SAe gleichförmig verteilt. Diese n Förder- und Aufschmelzungsorgane OCF n bestehen vorzugsweise aus schraubenförmigen Schnecken, zum Beispiel Schnecken gebräuchlicher Art mit konstanten Schraubengang und Gewindedicke. Aus den Fig. 2 und 4 sind zwei Organe OCF n -m und OCF n -n ersichtlich, während in der gemäß Fig. 2A und 2B dargestellten Ausführungsform sechs Förder- und Aufschmelzungsorgane vorhanden sind, die mit OCF $_1$, OCF $_2$, OCF $_3$, OCF $_4$, OCF $_5$ und OCF $_6$ angegeben und gleichmäßig längs des Umfanges 15 verteilt sind.

.9.

Der innere, ringförmige Raum SA_i ist hingegen mit Organen OE für das Strangpressen allein besetzt. Auch diese Organe OE können in beliebiger Zahl vorhanden sein. In der bevorzugten Ausführungsform gemäß den Figuren 2A und 2B bestehen die Strangpreßorgane OE aus einer einzigen Schnecke OE, die sich vorzugsweise längs der gesamten Längsausdehnung des Zylinders C erstreckt, auch wenn zur eigentlichen Bearbeitung der Harze die Schnecke OE auch eine beschränkere Erstreckung aufweisen könnte.

Ueberraschenderweise wurde nämlich gefunden, daß beim Eindringen des von dem oder den Trichtern zugeführten Harzes oder des entsprechenden durchzupressenden "Compounds" über die Lademundstücke BC in nur den Förder- und Aufschmelzungsorganen OCFn und bei einer zweckmäßigen Erhitzung des Zylinders C, erreicht das Harz eine vollständige Aufschmelzung längs des gesamten Abschnittes OCFn, d.h. längs des den Mundstücken BC gegenüberliegenden Eintrittsabschnitt entgegengesetzten Abschnittes. Wenn längs dieses mit 17-18 angegebenen Abschnittes in der Innenwand C_i des Zylinders C Schlitzte oder Durchgänge vorgesehen sind, so tritt die unvorhersehbare Erscheinung auf, daß das Harz oder "Compound" (auszupressen) vom äußeren Raum SA_e (d.h. von den Förder- und Aufschmelzungsorganen OCFn) in den inneren Raum SA_i (d.h. zum Strangpreßorgan OE) tritt, sobald das Harz zur gewünschten vollständigen Aufschmelzung gelangt.

Deshalb sind die Anordnung und die Abmessungen der Schlitzte PF besonders ausschlaggebend. Dieselben werden

-10-

im Bereich der Organe OCFn und des Anfangs der Organe OE vorgesehen und müssen eine Länge 17-18 aufweisen, so daß vom Raum SAe zum Raum SAi die thermoplastische Masse übertragen werden kann, sobald diese aufgeschmolzen ist. Die Breite und die Tiefe der Schlitz- oder Durchgänge PF muß überdies solche Abmessungen aufweisen, daß eine erhebliche Scherbeanspruchung auf die aufgeschmolzene Masse ausgeübt wird, welche auf die Schnecke OE übergeht, die die Masse an das Strangpreßmundstück am Ende 12 bringt, wo die Masse ohne nicht vollständig aufgeschmolzene Anteile ausgetragen wird. Die Längserstreckung der Durchgänge oder Schlitz- PF, d.h. der Abstand zwischen 17 und 18, beträgt zwischen 5% und 60%, vorzugsweise zwischen 15% und 35% der Gesamtlänge der Organe OCFn. Die Umfangsöffnung der Schlitz- befindet sich innerhalb einer kleinen prozentuellen Spanne in Bezug auf die gesamte Umfangserstreckung der Innenwand Ci.

Vorzugsweise ist das Ende aller Schnecken OCFn mit einem "Torpedo" TOCF versehen. Diese haben die Aufgabe nur die aufgeschmolzene, an den Enden der Schnecken OCFn sich befindliche Masse über die Kanäle 20 und 20' (im Knie ME der Wand Ce herausgearbeitet) zum inneren Raum SAi und daher zum zweiten Abschnitt des Organs OE übergehen zu lassen.

Wie vorstehend angeführt bezeichnet MA schematisch den Komplex der Antriebsmechanismen der Förder- und Aufschmelzungsorgane OCFn und der Strangpreßorgane OE. Eine von einem nicht dargestellten Motor angetriebene

-10-

409836/0768

. 11 .

Welle 31 betreibt ein Zahnrad 32, das seinerseits ein Zahnrad 33 bewegt, das die Räder 34 und 34', von denen jedes einem Organ OCFi beigeordnet ist, betreibt. In Fig.1 betreiben die beiden Räder 34 und 34' die den Organen OCFn-n und OCFn-m beigeordneten Wellen 35 und 36..

Jede dieser Wellen ist auf Drucklager 37 gelagert. Eine Welle 40 wird von einem nicht gezeigten Motor (der jedoch derselbe sein kann, der die Welle 31 antreibt) bewegt und betreibt die Welle 41, die mit der mittigen Schnecke OE verbunden ist. Die Welle 40 ist auf Drucklagern 42 gelagert. Es erscheint klar, daß das Uebertragungsgetriebe MA nicht ein wesentlicher Teil der Erfindung ist und verschieden als in Fig.1 dargestellt, ausgeführt werden kann.

An dieser Stelle ist hervorzuheben, daß der z.B. zwischen den Punkten 50 und 51 liegende Teil der Schnecke OE fehlen könnte. Es ist jedoch vorteilhaft, eine Schnecke OE zur Verfügung zu haben, die sich von 12 bis 11 erstreckt, um so den Teil zwischen 50 und 51 im wesentlichen für die Bewegungsübertragung zu verwenden (im Abschnitt 50-51 kann der Schnecke das Gewinde ohne weiteres fehlen).

Die Fig.4 ist eine schematische Wiederholung der Fig. 1, um damit die Bewegungsbahn des vom Trichter T herkommenden Harzes darzustellen.

Am Eintritt des Zylinders C dringt das Harz über die Mundstücke BC nur in den Raum SAe ein, sowie dies mit den Pfeilen fi angegeben ist.

-12-

Die im Raum SAe vorhandenen Förder- und Aufschmelzungsorgane OCFn verursachen das Vorrücken des Harzes, das zufolge der Erhitzung des Zylinders C und des auf dasselbe von den Organen OCFn ausgeübten Druckes allmählich aufschmilzt. In 18 beginnt die Oeffnung PF, die sich bis 17 erstreckt und derart angeordnet ist, daß in 18 der vollständige Aufschmelzungsbereich des Harzes beginnt, das gemäß den Pfeilen fp nun in den innen Raum SAi und daher auf die mittige Schnecke OE tritt, während das Harz selbst allmählich aufschmilzt. Der letzte Teil des Harzes erreicht die Schnecke OE gemäß den Pfeilen fr über die Kanäle 20 und 20'. Das gesamte vollständig aufgeschmolzene auf die Schnecke OE übergegangene Harz, wird von derselben vorwärts-gedrückt und am Ende 12, wie mit dem Pfeil fe angegeben, ausgetragen.

Die Fig.2 ist ein den Schnitten der Fig. 1 und 4 ähnlicher Schnitt, der jedoch mit einer der Schnittlinie X-X der Fig.2A entsprechenden Längsebene vorgenommen wurde. Wie aus dieser Figur ersichtlich ist, läuft diese Ebene durch den vollen Bereich zwischen zwei Organen OCF, z.B. zwischen OCF_1 und OCF_6 .

Dieser Bereich ist vorzugsweise vom Entgasungskanal 60 für das aufgeschmolzene Harz durchquert, wobei dieser Kanal bis zur Ausmündung DG für den Gasentzug reicht. Der Kanal 60 verbindet den ringförmigen inneren Bereich SAi (d.h. OE) mit dem Raum außerhalb der Wand Ce des Zylinders C (siehe Fig.2A). Die auf die Schnecke OE auftreffende und vom Organ OCFn herkommende Masse ist

-13-

nämlich vollständig aufgeschmolzen und kann daher in dem Augenblick entgast werden, in dem sie aus den Schlitz PF austritt und bevor sie zum Austritt des Extruders gefördert wird. In Fig.2 sind mit RE die Erhitzungsspulen oder Widerstände angegeben. Die Fig.2B ist ein dem Schnitt 2A der Fig.2 ähnlicher Schnitt, der jedoch mit einer Ebene vorgenommen wurde, die durch die Beschickungsmündung BC läuft und die Schnittlinie B-B besitzt. Diese Fig.2B zeigt die Mündung BC, die nur den äußeren Raum SAE, d.h. die Organe OCFn speist. Die mit 65 angegebenen Durchbohrungen dienen für den Umlauf eines etwaigen thermisch beeinflussenden Mittels.

Die Fig.3 ist ein dem Schnitt der Fig.1 ähnlicher Schnitt, der jedoch vergrößert ist, um den Durchgangsbereich PF der aufgeschmolzenen Masse besser darzustellen, die sich allmählich beim Vorrücken längs der Organe OCFn-m im Abschnitt zwischen 17 und 18 bildet. Ebenso vergrößert dargestellt ist auch das "Torpedo" TOCF mit seinem Kanal 20.

Die Anordnung, die die Maschine einnimmt, wenn das Organ oder die Extruderschnecke OE für das Spritzgießen arbeitet, ist nicht sehr verschieden von jener, die in den Fig.1 und 3 dargestellt ist. Es wurde nämlich überraschenderweise festgestellt, daß mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtung gute Vorteile auch beim Spritzgießen erzielt werden, bei welchem die Extruderschnecke eine rotierende Stempelschnecke ist, die mit einer Umlaufbewegung und mit einer Verschie-

-13-

409836/0768

bung längs ihrer Längsachse betrieben wird. Die Schnecke IE ist dabei am Kopfteil mit einem üblichen Dichtungsventil versehen, das den Rückfluß der Masse während des Spritzgiessens verhindert. Die Verschiebung wird der Schnecke OE von einem öldynamischen Aggregat erteilt, das einen Kolben steuert. Natürlich kann ein beliebiger bekannter Mechanismus verwendet werden, der der Schnecke OE die Verschiebung und die Umlaufbewegung, wie in den üblichen Einspritzschnecken verleihen kann.

Unter den bedeutendsten und vorteilhaftesten Merkmalen der Erfindung sind folgende hervorzuheben.

a) Die Organe oder Schnecken OCFn haben bloß die Aufgabe, die Masse zu fördern und aufzuschmelzen (sie besitzen jedoch nicht die Aufgabe, die Menge, die dazu geeignet ist vom Stranggußbereich abgeführt zu werden, vorzubereiten). Diese Beschränkung der Aufgaben gegenüber den üblichen Schnecken verleiht dem ersten Teil des Verfahrens die Anpassungsfähigkeit und ermöglicht dieselben Schnecken für die Bearbeitung verschiedener Massen und verschiedene Abarten der gleichen Masse zu verwenden.

Die Unterschiedlichkeit der Schnecken nach der Art OCFn ist daher nur notwendig, wenn sich das offensichtliche spezifische Gewicht stark ändert, d.h. beim Stranggießen von pulverförmiger statt körniger Masse (im allgemeinen ist bei der gleichen Massenart das Gewicht eines Liters pulverförmiger Masse niedriger als ein Liter körniger Masse).

b) Die Tatsache, daß die Masse bei der allmählichen Aufschmelzung von den äußeren Schnecken OCFn zu den in-

-15-

neren Schnecken OE übergeht, erlaubt nun immer die Entgasung des Harzes vorzunehmen. Der erfindungsgemäße Extruder ist daher schon aus diesem Grunde heraus vorteilhafter als jeder Extruder herkömmlicher Art ohne Entgasung.

c) Die Geschwindigkeit oder Umlaufzahl der Organe OCFn kann gegenüber jener des Organs OE beliebig geändert werden.

Die erhöhte Umlaufgeschwindigkeit der Schnecken nach der Art OCFn gibt keinen Anlaß zur Sorge, daß zuviel Luft oder flüchtige Substanzen aufgenommen werden könnten, da dieselbe auf jeden Fall beim Uebergang der aufgeschmolzenen Masse vom äußeren Raum in den inneren Raum über die Schlitze PF, d.h. während der Entgasung, vollständig entzogen wurde.

d) Der Uebergang der aufgeschmolzenen Masse, während deren Bildung, von den Schnecken nach der Art OCFn zu den Schnecken nach der Art OE verhindert, daß diese Masse weiterverarbeitet und daher überhitzt wird. Gleichzeitig wirkt sich diese kleinere die Masse beanspruchende Verarbeitung auf den Leistungsverbrauch aus, der somit kleiner ist als in einem herkömmlichen Extruder. Was die verringerte Bearbeitung und den kleineren Leistungsverbrauch betrifft, kann man behaupten, daß das erfindungsgemäße Verfahren dieselben Vorteile aufweist, die den Spezialschnecken zugesprochen werden, die heutzutage für die fortschrittlichsten, wie z.B. der Schnecken typ Maillefer, gehalten werden (siehe C.Maillefer "A Two Channel Extruder Screw" Modern Plastics 40, Seite 132, 1963).

.16.

e) Da die Masse aufgeschmolzen von den Schnecken nach der Art OCFn auf mindestens eine Schnecke OE über Durchgänge mit eher kleinen Abmessungen übertragen wird (je nach der Masse, betragen die Schnittgeschwindigkeiten zwischen 100 und 300 sec^{-1}), ist die Oberfläche der der Entgasung ausgesetzten aufgeschmolzenen Masse viel größer als in einem Extruder mit einem herkömmlichen Entgasungssystem.

Im erfindungsgemäßen Extruder ist die der Entgasung ausgesetzte Oberfläche einer dm^3 Masse sehr groß, z.B. 300 dm^2 , während in einem herkömmlichen Extruder die ausgesetzte Oberfläche viel kleiner ist und bestenfalls z.B. 30 dm^2 beträgt.

f) Die mittige Extrusionsschnecke OE kann die Umlaufgeschwindigkeit unabhängig von den Förder- und Aufschmelzungsschnecken ändern. Dies ermöglicht dem erfindungsgemäßen Extruder eine erhebliche Anpassungsfähigkeit, da die folgenden Mängel der Extruder mit den herkömmlichen Entgasungssystemen beseitigt werden können.

f₁) Es ist nicht nötig das Profil der Schnecke (mit Entgasung) je nach dem Druck des Extruderkopfes zu ändern, oder in dessen Unterordnung, ist es nicht nötig, ein Ventil am Extruderkopf anzubringen, um den Gegen-
druck zu regeln. (Es ist bekannt, daß bei einem Profil, das nicht dem Druck am Schneckenkopf angepaßt ist, die Gefahr besteht, daß Masse durch die Entgasung austritt, oder die Fördermenge pulsierend ist).

-17-

f_2) Die Extrusionsschraube OE muß nicht bei Aenderung der Massenart gewechselt werden, da die Aufgabe des Extrusionsorgans nach der Art OE nur darin besteht, die aufgeschmolzene, von den Schnecken OCFn herbeigeführte Menge zu fördern, was mit einer bloßen Aenderung der Drehzahl geschehen kann.

Die unter den Punkten f_1 und f_2 angeführten Behauptungen können durch die Formel der Fördermenge (Q) einer Extrusionsschnecke bewiesen werden :

$$Q = K_1 \cdot N - K_2 f(\Delta P) f(m) \quad (1)$$

wo K_1 und K_2 zwei Konstanten sind, die von den geometrischen Merkmalen der Schraube abhängen, $f(\Delta P)$ eine Funktion ist, die den Druckunterschied zwischen dem Kopf und dem Schneckenanfang berücksichtigt, $f(m)$ eine Funktion ist, die die rheologischen Eigenschaften der Masse berücksichtigt, und N die Drehzahl der Schnecke ist.

Aus der obigen Formel (1) ist ersichtlich, ^{daß} eine gewisse Fördermenge Q mit einer zweckmäßigen Drehzahl N (mit K_1 und K_2 als Konstanten) bei beliebigen Werten von $f(\Delta P)$ und $f(m)$ erreicht werden kann.

Für eine Newton'sche Flüssigkeit gilt

$$Q = \left(\frac{\pi D}{2} \right)^2 \cdot h \cdot (\sin 2\vartheta) \cdot N - \frac{\pi D}{12} \frac{h^3 \sin^2 \vartheta}{L} \cdot \Delta P \cdot \frac{1}{\mu} \quad (2)$$

mit

Q = Fördermenge cm³
 D = Durchmesser der Schnecke cm
 h = Höhe des Gewindes cm
 ϑ = Steigwinkel des Gewindes Grad
 N = Drehzahl U/sec.
 L = Schneckenlänge cm

ΔP = (Druck auf Schneckenkopf minus Druck auf Schneckenanfang)

kg/cm²

μ = Viskosität

kg.sec/cm²

$$K_1 = \left(\frac{\pi D}{2} \right)^2 \cdot h \sin^2 \alpha$$

$$K_2 = \frac{\pi \cdot D}{12} \cdot \frac{h^3 \sin^2 \alpha}{L}$$

$$f(\Delta P) = \Delta P$$

$$f(m) = I/\mu$$

Die Formel (2) zeigt, daß bei Änderung entweder des ΔP (Druckunterschiedes) oder der rheologischen Eigenschaften (z.B. der Viskosität μ) oder beider dieser Parameter, es immer möglich ist, eine angemessene Drehzahl zu wählen, um die gewünschte Fördermenge Q zu erreichen.

In der bekannten Technik fehlt jedoch die Anpassungsfähigkeit, was nachstehend besser erkannt werden kann.

g) Die Extrusionsschnecke OE fördert so eine sicher aufgeschmolzene Masse. Somit kann auch eine Schnecke kleinerer Abmessungen (z.B. $D = 120$ mm) für viel größere Fördermengen ausgenutzt werden, als ein herkömmlicher Extruder, da keine Probleme für eine Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit vorliegen.

In einem herkömmlichen Extruder bestehen die Probleme für die Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit in den Förderbereichen der nicht aufgeschmolzenen Masse bzw. in den Förder- und Pressbereichen.

Wenn nämlich die auf die Masse einwirkenden Schnittgeschwindigkeiten in den herkömmlichen Extrudern in Betracht gezogen werden, so kann man feststellen, daß diese Geschwindigkeiten mit der Vergrößerung des Durch-

-17-

messers der Schnecke immer kleiner werden, gerade weil die Umlaufgeschwindigkeiten der Schnecke selbst niedriger sind.

Die Schnittgeschwindigkeit beträgt nämlich :

$$v = \frac{\pi D \cdot N}{h}$$

wobei D und h normalerweise zueinander proportional erhöht werden, während die maximale Drehzahl N kleiner wird.

Wenn in einem herkömmlichen Extruder mit einem Durchmesser von D = 120 mm, die Schnecke mit einer Drehzahl von 150 U/min. umlaufen könnte, wie dies für Extruder mit einem Durchmesser von D = 45 mm bis D = 60 mm normal ist, so könnten die Herstellungsleistungen gegenüber den jetzigen Leistungen verdoppelt werden, obwohl die gleiche Schnittgeschwindigkeit bzw. dieselbe Massebearbeitung beibehalten wird.

Im erfindungsgemäßen Extruder kann die Schnecke mit einem Durchmesser von 120 mm mit 150 U/Min. umlaufen und daher die doppelte Leistung liefern als die Schnecke mit einem Durchmesser von 120 mm in einem herkömmlichen Extruder.

h) Ein weiterer Vorteil ist durch die Möglichkeit gegeben, Massen verschiedener Art unmittelbar in die mittige Schnecke einzubringen, so daß die Massen selbst sich der aufgeschmolzenen Masse beizumischen, ohne eine übermäßige Bearbeitung zu erfahren. Diese Möglichkeit ist von größter Nützlichkeit, wenn mit Glasfasern, As-

best usw. verstärkte Stränge herzustellen sind, wo eine gute Einkörperung des Verstärkermaterials unter Vermeidung eines Bruches der Verstärkerfasern erforderlich ist.

In diesem Fall kann die Fasernbeschickung durch die Entgasungsmündung oder über eine andere zweckmäßig vorgesehene Beschickungsöffnung erfolgen.

i) Unter den weiteren Vorteilen kann jener aufgeführt werden, der darin besteht, mit den äußeren Schnecken nach der Art OCFn zwei oder mehrere verschiedene Massen zu fördern und aufzuschmelzen, wobei sich die Massen in der mittigen Schnecke erst dann vermischen, wenn sie aufgeschmolzen sind.

1) Ein anderer Vorteil besteht in den Abmessungen des Extruders, da bei Leistungsgleichheit, die Länge des erfindungsgemäßen Extruders um die Hälfte gegenüber jener eines herkömmlichen Extruders verkürzt wird. Ein wie in den Fig.1 und 2 dargestellter Extruder, der sechs Schnecken OCFn mit einem Durchmesser von $D = 60$ mm, mit einer Länge von $L = 14 D$ und eine Schnecke OE mit einem Durchmesser von $D = 120$ mm besitzt, die sich um $8 D$ über die Schlitze PF hinaus in Längsrichtung erstreckt, hat einen 1800 mm langen Zylinder, während ein Extruder mit der herkömmlichen Entgasung einen 3600 mm langen Zylinder aufweist.

m) Was die Herstellungskosten der erfindungsgemäßen Maschine betrifft, ist in Betracht zu ziehen, daß der mechanische Teil eher einfach ist und daß die Abmessungen, das Gewicht und die in Anspruch genommene Leistung niedriger sind als in einem Extruder mit der her-

-21-

kömmlichen Entgasung und mit derselben Fördermenge. Aus diesem Grunde sind die Herstellungskosten ohne weiteres konkurrenzfähig und sind umso vorteilhafter, je größer die Fördermengen sind.

Die folgenden Beispiele erläutern einige Merkmale der Erfindung ohne jedoch die Erfindung selbst zu beschränken.

Beispiele

Die Durchschnittsförderleistung der Extruder mit Entgasung und mit einem Durchmesser, welche von verschiedenen Herstellern von Extrudern auf den Weltmarkt angeboten werden, kann beispielsweise folgend angeführt werden :

ABS und Polystyrol (stoßfest)	500 ÷ 600 kg/h
Polyäthylen	400 - 500 kg/h
Polypropylen	300 - 400 kg/h

Dieselben Förderleistungen können mit dem vom Antragsteller verwirklichten Extruder erreicht werden, welcher sechs Schnecken OCFn mit einem Durchmesser von $D = 60$ mm besitzt, die mit $120 \div 150$ U/Min. umlaufen, und mit einer mittigen Schnecke OE mit einem Durchmesser von $D = 120$ mm, die mit $80 \div 120$ U/Min. umläuft.

Ein erfindungsgemäßer Extruder, der einen Zylinder besitzt, der bloß um 300 mm länger ist, als der im vorstehenden Beispiel und der mit sechs peripherischen Schnecken OCFn mit einem Durchmesser von $D = 80$ mm, die mit $120 - 150$ U/Min. umlaufen, und mit einer mittigen Schnecke OE mit einem Durchmesser von $D = 120$ mm, die mit

-21-

409836/0768

-22-

120 ÷ 150 U/Min. umläuft, ausgerüstet ist, hat folgende Förderleistung

ABS und Polystyrol (stoßfest)	800 ÷ 1000 kg/h
Polyäthylen	600 ÷ 800 kg/h
Polypropylen	500 ÷ 600 kg/h.

Diese Förderleistungen sind mit einem Extruder mit herkömmlicher Entgasung mit einem Durchmesser von $D = 150$ und mit einer Zylinderlänge, die jedoch mindestens 4500 mm beträgt, nur schwierig zu erreichen.

Ein klareres Bild der heutigen Lage auf dem Gebiet der herkömmlichen Extruder kann durch eine wichtige Darlegung seitens der Herren R.T. Fenner und S.G.W.G. Watt im Artikel "Continuous ram extrusion of polymers: preliminary investigations" (Plastics and Polymers - August 1972, Seite 199) gewonnen werden.

"Der einschneckige Extruder ist heute noch die meist verwendete Maschine für die Bearbeitung polymerer Stoffe. Um den Anforderungen nachzukommen, sind nun viele größere Extruder in Hinsicht auf deren Durchmesser und Länge hergestellt worden und die Umlaufgeschwindigkeiten der Schnecken wurden erhöht.

Die Benutzer der Extruder begegnen jedoch immer größeren Problemen infolge der übermäßigen Extrusionstemperaturen, der Scherbeanspruchungen und der thermischen Degradierung. Für die Konstruktionsverbesserung der Schnecken kann vieles unternommen werden und ist vieles unternommen worden, wobei jedoch den Ausführungen eine Grenze gesetzt ist. So haben beispielsweise die erhöhten

. 23 -

Umlaufgeschwindigkeiten der Schnecken einen größeren Einschluß von Luft und flüchtigen Stoffen verursacht, welche anderseits bei niedrigeren Umlaufgeschwindigkeiten durch den Trichter ausgestossen worden wären. Somit ist der Extruder mit Entgasung entwickelt worden. Die gesamten Verbesserungen in der Konstruktion der Schnecken haben jedoch zur Folge, daß die Benutzung einer Schnecke auf einen immer mehr begrenzten Bereich von Stoffen und Arbeitsbedingungen beschränkt wird, wobei somit die Anpassungsfähigkeit des Extruders herabgesetzt wird. Der Schneckenextruder ist als Maschine nämlich nicht besonders anpassungsfähig. Abgesehen von der Regulierung der Temperaturen, die in den großen Extrudern nicht besonders wirksam ist, besteht das einzige unmittelbare Einstellungsmittel in der Umlaufgeschwindigkeit der Schnecke.

Die Fördermenge, die Temperatur der aufgeschmolzenen Masse, der Austrittsdruck und der Vermischungsgrad sind untereinander streng abhängige Größen und können nicht unabhängig voneinander geregelt werden. Es ist leicht einen einschneckigen Extruder zu bemängeln, bis jetzt wurden jedoch keine, von allen anerkannte Alternativen gefunden."

Die Erfindung beseitigt nun diese Schwierigkeiten, wobei Extruder geschaffen werden können, die sicherlich anpassungsfähiger sind als die herkömmlichen Extruder und wobei jene Alternative verwirklicht wurde, die bis heute noch nicht erdacht und ausgeführt wurde, auch wenn sie wünschenswert und daher von vielen erstrebt wurde (Bemerkenswert ist, daß einer der Autoren des

-24-

obigen Artikels, und zwar R.T. Fenner, auch der bekannte Autor des Buches "Extruder Screw Design" Verlag ILIFFE 1970 ist).

Zur besseren Verständlichkeit wurde die Erfindung mit Bezugnahme auf in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen beschrieben. Es liegt jedoch nahe, daß die Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt ist, sondern daß verschiedene Varianten und Abänderungen möglich sind, die in den weiteren Bereich der vorliegenden Erfindung fallen und so dem Durchschnittsfachmann zugänglich sind.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

(1) Verfahren zum Strang- und Spritzgießen von thermoplastischen Harzen, die allein oder in Mischung mit stabilisierenden, oxydierungsbeständigen, färbenden, gummiartigen, verstärkenden Stoffen und verschiedenen Zusätzen anwesend sind, mittels Förderung des Harzes selbst durch einen Aufschmelzbereich und mittels Austragung durch eine eigentliche Extrusionsöffnung, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsgänge der Förderung und des Aufschmelzens in einem ersten Raum vorgenommen werden, daß das Harz und die Mischung nach deren Aufschmelzung im ersten Raum allmählich einem zweiten Raum zugeführt werden und der Arbeitsgang des Strangpressens des vollständig aufgeschmolzenen Harzes im zweiten Raum ausgeführt wird, der gegenüber dem ersten Raum axial versetzt ist.

2) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Uebergang vom ersten in den zweiten Raum über Durchgänge erfolgt, in welchen die aufgeschmolzene Masse erheblichen Scherbeanspruchungen ausgesetzt ist.

3) Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Harz in vollständig aufgeschmolzenem Zustand im Uebergang vom ersten in den zweiten Raum einer Entgasung unterworfen wird.

4) Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Raum im wesentlichen ein ringförmiger Raum ist und daß der zweite Raum ein zylinderförmiger Raum ist, der coaxial innerhalb des ersten Raumes angeordnet ist.

- 26 -

5) Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß das Harz oder dessen Mischung in einem festen Anfangszustand in den ersten Raum eingetragen und dem zweiten Raum durch eine im wesentlichen zur Achse der beiden Räume senkrechten Verschiebung zugeführt wird.

6) Maschine zur Verwirklichung des Verfahrens nach den vorhergehenden Ansprüchen, gekennzeichnet durch: Zufuhrmittel für das thermoplastische Harz (oder dessen Mischungen) zu einem ersten Raum, Förder- und Erweichungsorgane für das Harz, welche im ersten, von außen erhitzten Raum verteilt sind, Mittel, um den Uebergang des Harzes (bei dessen allmählichen Aufschmelzung) vom ersten Raum in einen zweiten Raum, Mittel, um das aufgeschmolzene Harz während des Ueberganges der Entgasung zu unterziehen, und Extrusionsmittel, die sich im zweiten Raum befinden, um nur das Strangpressen des aufgeschmolzenen, vom ersten Raum zugeführten Harzes auszuführen.

7) Maschine nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen erhitzten äußeren Zylinder und, innerhalb desselben, durch mindestens einen weiteren Zylinder, der sich jedoch nur einem Längsabschnitt entlang des ersten Zylinders erstreckt, wobei der ringförmige, zwischen dem Außenzylinder und dem Innenzylinder bestehende Teil den ersten Raum bildet, auf dessen Zwischenumfang eine Reihe von Förder- und Aufschmelzungsorganen für das Harz gleichförmig verteilt sind.

8) Maschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Außenzylinder und der zweite Innenzylinder

- 27 -

mit begrenzter Erstreckung untereinander coaxial sind und mindestens mit einem Extrusionsorgan für das aufgeschmolzene, vom ersten Raum empfangene Harz versehen sind.

9) Maschine nach den vorhergehenden Ansprüchen, gekennzeichnet durch im Innenzylinder vorgesehene Schlitz-ze und durch Entgasungskanäle, die ausgehend von diesen Schlitz-zen nach außen führen.

10) Maschine nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Förder- und Aufschmelzungsorgane sowie die Extrusionsorgane Schnecken sind.

11) Maschine nach den vorhergehenden Ansprüchen, gekennzeichnet durch zwei untereinander coaxiale Zylinder, von denen jener mit der kleineren Erstreckung einen kleineren Durchmesser besitzt, wobei dieser Zylinder einen ersten ringförmigen gemeinsamen Raum, in welchem eine Reihe von Förder- und Aufschmelzungsschnecken längs des Umfanges angeordnet ist, und einen zweiten zylinderförmigen Innenraum bildet, in welchem eine Extrusionsschnecke angeordnet ist, wobei der Innenzylinder an einem Ende Schlitz-ze für den Durchtritt des Harzes bei dessen allmählichen Aufschmelzung aufweist und wobei die Förder- und Aufschmelzungsschnecken von Mechanismen betrieben werden, die den Schnecken Umlaufgeschwindigkeiten verleihen können, die von jenen der Extrusionsschnecke unabhängig sind.

12) Maschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Extrusionsschnecke auch eine Verschiebung zum Spritzpressen des Harzes erfährt.

409836/0768

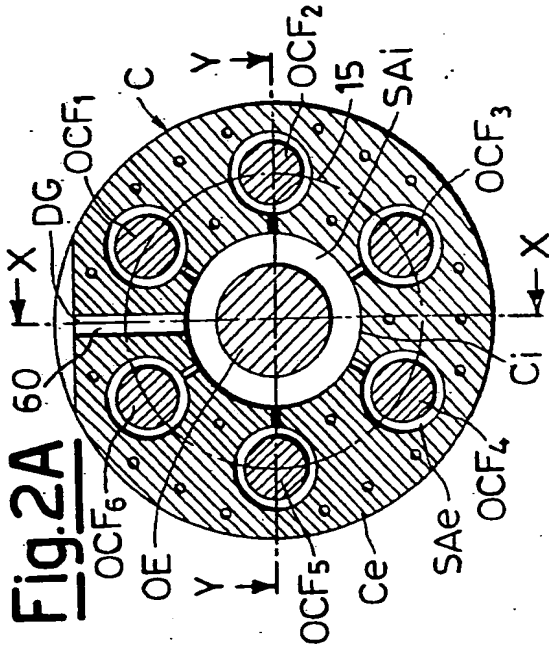


Fig. 2A

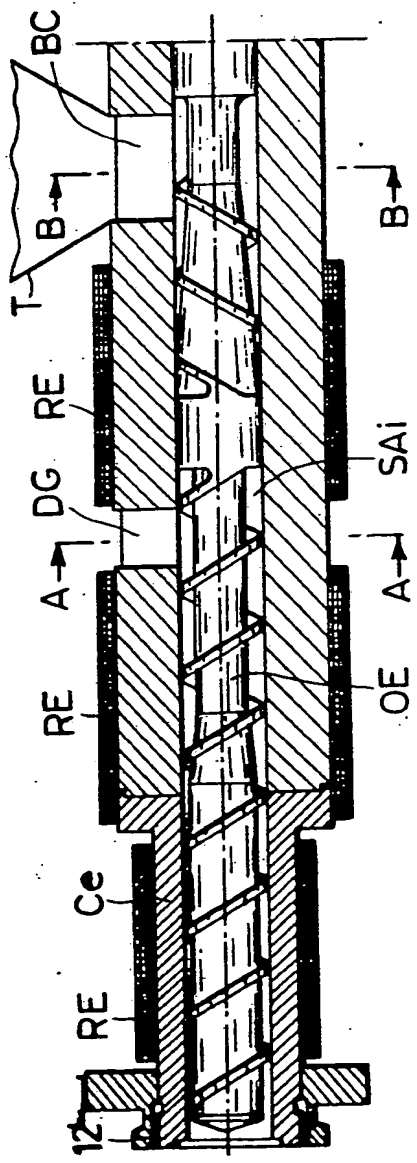


Fig. 2

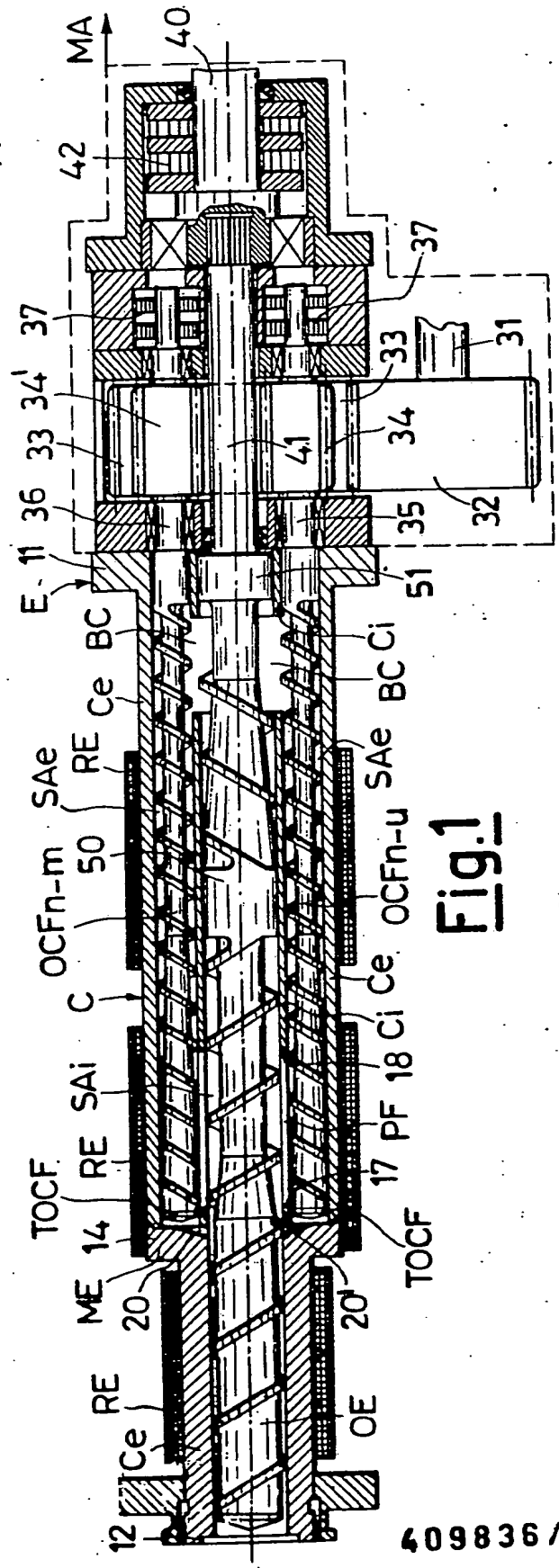
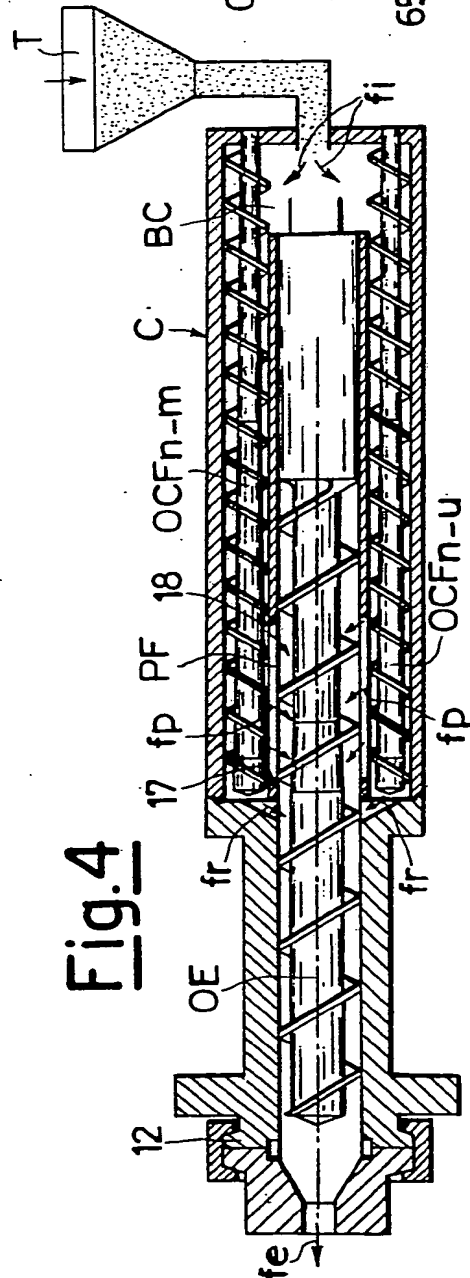
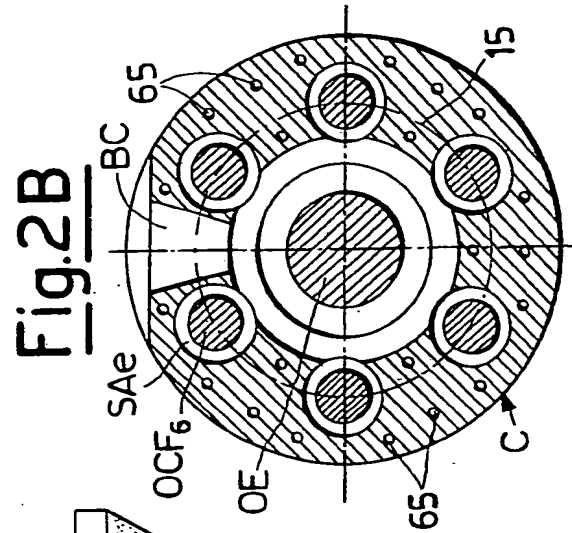
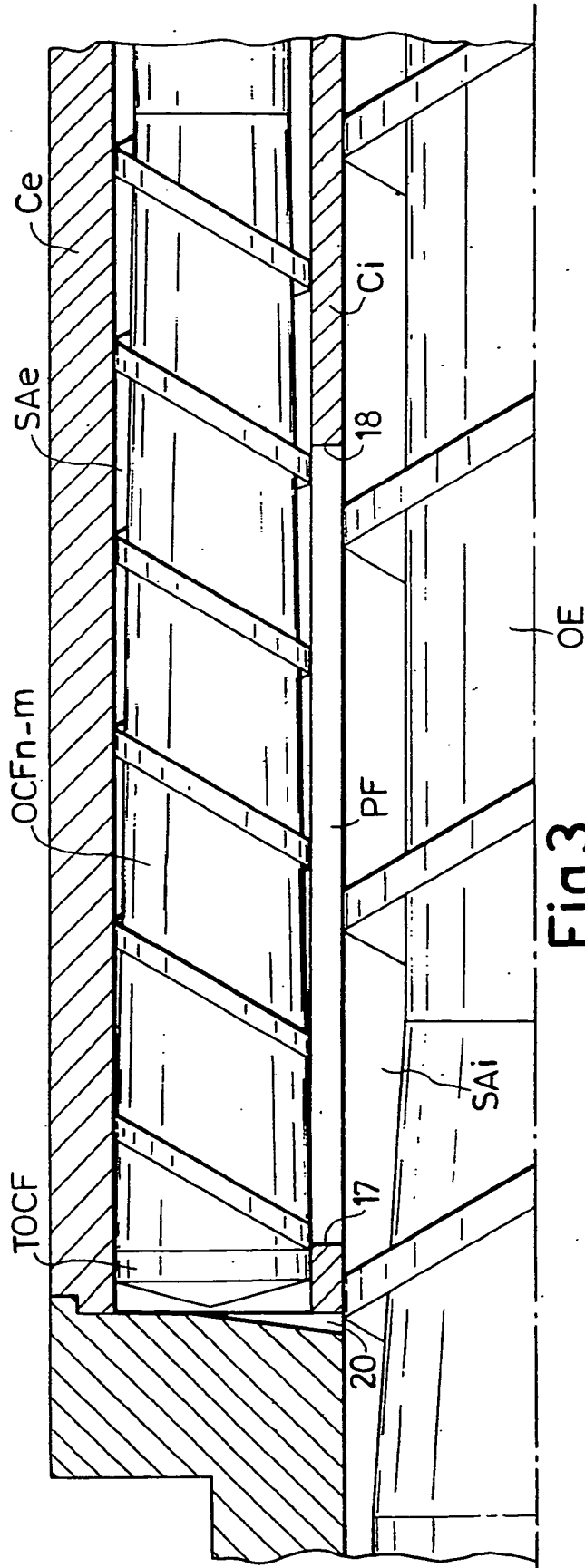


Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.